



TITLE:

Effects of Detailed Diagrams on Science Learning(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Lin, Yu Ying

CITATION:

Lin, Yu Ying. Effects of Detailed Diagrams on Science Learning. 京都大学, 2019, 博士(文学)

ISSUE DATE:

2019-03-25

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k21491>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開

京都大学	博士（文学）	氏名	林 育瑩
論文題目	Effects of Detailed Diagrams on Science Learning (精密なダイアグラムが科学学習に与える影響)		
(論文内容の要旨)			
<p>Many textbooks and documents incorporate colorful and realistic diagram designs. Such diagrams are often aesthetically appealing. Higher realism provided by realistic details may also help learners make better links to the real-world situation and thus understand abstract contents more easily. However, since colors and realistic details are not always related to the essential learning contents, it has been argued that they may interfere with processing essential information and hamper learning. To provide insights to this debate, the present study examined the effects of colored and detailed diagrams on science learning, focusing on motivational, cognitive, and metacognitive perspectives.</p> <p>Chapter 1 reviews the theoretical background for the effects of realistic details on learning. It begins by explaining the cognitive processes of text and diagram comprehension, focusing on the Cognitive theory of multimedia learning (Mayer, 2005), followed by theories on motivational and metacognitive perspectives of learning. Based on the theoretical background, the role of detailed diagrams in multimedia learning is examined by considering the following three problems: (1) the motivation and comprehension debate, (2) influences on metacomprehension accuracy, and (3) moderating factors of the effectiveness of realistic details.</p> <p>Chapter 2 focuses on the motivation and comprehension debate by incorporating eye-tracking methodology to assess the influence of detailed, colorful diagrams on learning. A pre-study was first conducted to confirm aesthetic preference for detailed diagrams. In the main experiment, participants studied eight human anatomy texts, four accompanied by detailed diagrams, and the other four accompanied by simplified diagrams. Participants completed a comprehension test and an evaluation questionnaire after studying each text. The results showed that detailed and simplified diagrams were equally effective in terms of learning outcomes. Eye-tracking data showed that the detailed diagrams attracted attention in the initial learning stage and received more visual attention during the overall learning process. Notably, correlation analysis revealed that spending a greater proportion of time re-inspecting the simplified diagrams was associated with higher test performances. By contrast, a greater proportion of time spent re-inspecting the detailed diagrams was not significantly correlated with learning outcomes. Findings in the learning process support the motivational advantages and cognitive disadvantages of detailed diagrams, and may explain the equal effectiveness of both detailed and simplified diagrams on learning outcomes.</p>			

Chapter 3 focuses on the effects of detailed diagrams on metacomprehension accuracy. Metacognitive factors may also play an important role in successful learning. For instance, students who can accurately monitor their level of comprehension may make better choices about the materials that need to be restudied, or whether some learning strategies should be applied to influence the eventual learning outcomes. In the experiment, participants studied six human anatomy texts with either detailed or simplified diagrams, judged how well they understood each text, and completed the tests for each text. They also rated their emotions before and after the texts. Metacomprehension accuracy was computed as the intra-individual correlation between judgments and test performance. The results showed that participants who had learned with detailed diagrams were less accurate in judging their comprehension than those who had learned with simplified diagrams. Positive emotion was significantly decreased after learning with detailed diagrams, whereas it was not changed significantly after learning with simplified diagrams. These findings indicate that detailed diagrams may not support comprehension monitoring. One interpretation is that adding unnecessary details in diagrams may lead students to rely on invalid cues for assessing their own level of comprehension, thus resulting in poor monitoring accuracy.

Chapter 4 separates the color and detail factors in diagram design, and assesses both immediate and delayed tests to provide more detailed explanation regarding the effects of detailed diagrams on learning. The effectiveness of colored and detailed diagrams on learning may depend on different learning stages, and may be moderated by the color factor. Based on a 2 (detailed vs. simplified) \times 2 (colored vs. grayscale) experimental design, participants studied 12 illustrated texts on human anatomy. They completed an evaluation questionnaire and an immediate test after learning each text. Delayed tests were conducted after a week. The results showed that realistic details increased difficulty, learning effort, total learning time, and visual search time. Although color did not increase enjoyment or learning interest, eye-tracking data showed that colored diagrams attracted attention more effectively in the initial learning stage. Realistic details in grayscale color resulted in a smaller proportion of time on diagrams and lower immediate learning scores. When combined with color, realistic details led to a greater proportion of time on diagrams and improved immediate learning. Neither realistic details nor color promoted learning in the delayed tests. These results provide evidence that realistic details alone have a negative effect on immediate and delayed learning. Moreover, color could moderate the effectiveness of realistic details by increasing students' engagement with the diagrams and result in improved immediate learning.

Finally, Chapter 5 summarizes the findings of this study by considering three important influences on learning: motivation and interest, immediate vs. delayed learning, and metacomprehension. Findings in the present study provide a better understanding of how

detailed diagrams can affect science learning. These findings offer new theoretical insights for research on multimedia learning, and have practical implications for applying realistic details and color in diagram designs in learning environments.

(論文審査の結果の要旨)

近年、教科書などにおいて図版の精緻化・カラー化が進んでいる。特に解剖学や神経科学では、複雑な体内器官の形状や機能を理解するために図の利用が効果的と思われる。実際、初学者向け教科書のみならず専門書や研究論文でもカラー図が用いられることが多い。しかし、それらが学習のために本当に有効なのか、教育研究者の間で議論が続いている。論者は、英国の修士課程ではデザイン制作の研究を行った後、図の効果について実証したいと考え、本研究科の博士後期課程において心理学実験に基づく検討を行った。その成果をまとめたのが本論文である。

本論文の焦点は、細部が描写され色が多用された写実的な図と、要点に絞った単純な図では、どちらが学習に効果的なのかという問題である。第1章では関連する既存の研究について詳細に論じられた。美的に優れた写実的な図は興味を惹き、わかりにくい概念を具体化しやすい一方、学習者の注意を無関係な部分に逸らすこともあり、学習効果については一貫した結果が得られていない。先行研究を踏まえて、本研究では三つの問題が提起された。すなわち、図における(1)学習動機づけと理解促進効果、(2)学習効果のメタ認知に与える影響、(3)写実的表現の諸要素の分析、である。

研究全体を通して、学習課題の題材として、脳や内臓など人体器官の解剖学的な図版とその説明文が用いられ、学習後の理解度テストや理解のメタ認知、美的評価、気分の変化などを調べる心理実験が行われた。また、視線計測に造詣が深いHolmqvist教授(ルンド大学、スウェーデン)を訪問して計測手法の基礎を学んだ上で、学習時の視線計測が行われた。なお、本研究における図は写真ではなく全て説明のためにデザインされたもので、外形や重要部分はできるだけ共通に描かれた。

第2章では、(1)の動機付けと理解促進について検討するため、精細なカラー図と単純な白黒図を用いた学習効果の比較実験が報告されている。予備実験では、使用する精細図は実際に単純図より美観に優れていて、具体的と感じられることが確かめられた。ただし、学習の難しさ感や関心度には差がなかった。本実験では、理解度テストの成績には差が見られなかったが、学習時の視線パターンには違いが見られ、精細図はより早く注視され、その後も注意を惹きやすいことが示された。単純図では注目されにくい分、逆に注視時間と成績の間に有意な相関が示された。また、図によって学習の動機付けや学習時の方略に影響が出ることが示された。

第3章では(2)のメタ認知に注目し、精細図を用いた場合に、単純図に比べて学習成果の自己評価の正確性が損なわれることが示された。これは余分な注意を惹く情報の悪影響と考えられる。たとえ直接の学習効果にあまり差がなくても、その後の再学習における適切な時間配分などの上で、精細図はむしろ妨げになるかもしれない。また、精細図での学習後には参加者のポジティブ感情評価が低下した。精細図による学習時に疲れやすいことが示唆された。これは、写真ではないとはいえ若干生々しい臓器の図を含む解剖学特有の問題である可能性もある。

ここまで、色を含む精細図と、白黒の単純図という極端な比較を行ってきた。第4

章では (3) に関して、細部の詳細な表現と色の効果が別に検討された。すなわち、詳細図と単純図、カラー図と白黒図という 2 x 2 条件の比較が行われた。カラー図は注意を惹きやすかったが、白黒の詳細図はむしろ注視が減り、直後の学習結果も悪化した。本実験ではさらに、学習効果の定着を調べるため 1 週間後の遅延テストも行ったが、詳細図、カラー図による促進効果は見られなかった。色なしの詳細図はむしろ学習を阻害しうるが、色だけで促進効果があるわけでもない。色と詳細がうまく適合すると学習への意欲を増し、直後には効果がある。このように複雑な相互作用が議論された。

最後に第 5 章では、序章で挙げた 3 つの観点から得られた実験結果について考察された。これまでの研究では主に学習成果に関する議論がなされてきた。本研究ではその点であまり明確な違いは得られなかったが、学習の動機付けやメタ認識に関する議論が深められた。全体として美しいカラー図の多用に直ちに異論を唱えるべき結果ではなかったものの、使い方によっては逆効果になりかねないことを実証し、注意を喚起するものであった。

本研究は図による学習の支援という現実的な問題について、単純明快な結果やすぐに応用可能な指針が示されたわけではない。しかしながら、本研究は実験室実験として統制しながらも、過渡に単純化されない現実的な材料を用いて実際の学習場面に近い条件での知見の獲得を目指したものであり、そういう形で一定の成果を得たことは十分評価できる。もちろん不十分な点もないわけではない。学習対象が解剖学の比較的浅い知識の問題に限られており、内容によっては異なる結果が得られたかもしれない。また、個人ごとの能力や学習態度に踏み込まない集団的な解析にも限界があるだろう。しかしながら、本論文でも詳細に論じられているとおり、これまでに報告されてきた研究結果は既に必ずしも一貫してしない。個々の研究が扱える範囲は限られており、後に多くの研究成果を包括したメタ分析によってさらに明らかにできることもあるかもしれない。本研究でもそのような大局的な議論の一端はうかがえるので、さらに明確な議論と結論が望まれるが、現時点でそこまで求めるのは酷であろう。本研究では確かなデータをもとに、これまでの広範な知見を踏まえた考察を行っており、学位論文としての価値が十分に認められる。

以上、審査したところにより、本論文は博士（文学）の学位論文として価値あるものと認められる。2019年2月15日、調査委員3名が論文内容とそれに関連した事柄について口頭試問を行った結果、合格と認めた。

なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当分の間、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。